



中华人民共和国国家标准

GB/T 27851—2011

化学品 陆生植物 生长活力试验

Chemicals—Terrestrial plant test—Vegetative vigour test

2011-12-30 发布

2012-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 原理	2
4 受试物信息	2
5 质量保证与质量控制	2
6 参比物	3
7 试验方法	3
8 试验程序	4
9 数据与报告	6
附录 A (资料性附录) 试验所需植物种类	8
附录 B (资料性附录) 非作物植物种	9
附录 C (资料性附录) 某些作物合适的生长条件示例	16
参考文献	17

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准与经济合作与发展组织(OECD)化学品测试导则 227(2006)《陆生植物生长活力试验》(英文版)技术内容相同。

本标准做了下列结构和编辑性修改：

- 将前言的内容作为引言内容；
- 将原附录 A 的定义调整为正文内容；
- 删除了原附录 C 中种子供应商的相关内容；
- 将计量单位改为我国法定计量单位。

本标准由全国危险化学品管理标准化技术委员会(SAC/TC 251)提出并归口。

本标准起草单位：广东省微生物分析检测中心、环境保护部化学品登记中心、中国检验检疫科学研究院、谱尼测试科技(北京)有限公司。

本标准主要起草人：梁燕珍、梅承芳、周红、孙国萍、张宏涛、刘纯新、陈会明、陈进林。

引 言

随着科学的进步和管理使用上的适用性 OECD 化学品测试准则会被定期校阅修订。本标准在 OECD208^[1] 标准的基础上进行修订,其目的在于评价受试物对陆生植物露出地面部分生长活力的潜在影响。本试验本身不包括对植物的所有慢性效应及对繁殖的影响(例如结实、开花、果实成熟)。应考虑受试物的暴露条件(使用情况)和受试物的性质以确保使用合适的试验方法。本标准适用于一般化学物质、生物杀灭剂及农药(又称植物保护剂或杀虫剂)。标准是以 OECD208^[1-2] 以及其他现有的方法^[3-8] 为基础发展起来的,也参考了其他与植物试验相关的文献^[9-12]。

化学品 陆生植物 生长活力试验

1 范围

本标准规定了评价受试物对陆生植物露出地面部分生长活力的潜在影响的方法,不包括对植物的所有慢性效应及对繁殖的影响(例如结实、开花、果实成熟)。

本标准适用于一般化学物质、农作物保护剂或农药。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

农作物保护剂或农药 crop protection products (CPPs) or plant protection product (PPP) or pesticides

一种具有特殊生物活性的,专门用于保护作物免于病原物(如真菌、昆虫、杂草)侵害的物质。

2.2

效应浓度或效应比率 $x\%$ effect concentration or $x\%$ effect rate, EC_x、ER_x

相对于对照组,在观测终点 $x\%$ 受影响时的浓度或比率(例如地上部分植株重量下降,植株存活数目,或植株外观受损达 25% 或 50% 的浓度或比率,分别为 EC₂₅/ER₂₅ 或 EC₅₀/ER₅₀)。

2.3

萌芽 emergence

胚芽鞘或子叶露出土表。

2.4

制剂 formulation

含有活性成分的商业配制产品,又称最终制品或终端产品。

2.5

最低可观察效应 lowest observed effect concentration, LOEC

可被观察到效应的最低受试物浓度。在这个试验中,与对照相比,在既定的暴露时间内,对应于 LOEC,有一个统计上的明显效应($p < 0.05$),同时此值高于 NOEC 值。

2.6

非靶标植物 non-target plants

目标植株范围外的植物,对于农药来讲,通常指处理区域之外的植物。

2.7

无观察效应浓度 no observed effect concentration, NOEC

观察不到效应的最高浓度。在这个试验中,不能观察到的效应的最高浓度是在整个试验过程中相对于对照具有统计学的显著性($p < 0.05$)。

2.8

植物毒性 phytotoxicity

(通过测量或观察)发现的由某种物质引起的植物非正常的外观和生长方面的损害。

2.9

重复 replicate

对照组和/或试验组试验单位的重复,在本试验中指的是以盆为单位的重复。

2.10

观察评价 visual assessment

通过与对照组比较观察植物的长势、活力度、畸形、枯黄、坏死及整体外观进行评价。

3 原理

受试植物从种子到长出2片~4片真叶期后,将受试物按适当的比率喷洒到植株及其叶子表面。在用药后21 d~28 d的试验间隔中(对于附录C中列出的10种植物,试验周期为21 d),以未喷洒受试物的植株为对照,在不同的间隔时间点,评价受试植物的生长活力。试验结束时测量幼苗的干重或鲜重。某些情况下通过测量幼苗的高度以及植物不同部位的可观察损害程度进行评价。通过多个浓度/比率试验得到剂量-效应曲线,或通过单一浓度/比率的限度试验,获得受试物的效应浓度(EC_x)或效应比率(ER_x),同时计算出无效应浓度(NOEC)和最低可观察效应浓度(LOEC)。

本试验目的是获得剂量-效应曲线,或者根据研究目的以单一浓度/比率进行限度试验。如果单一的浓度/比率的试验结果超出了某一毒性水平(例如是否观察到效应大于 $x\%$),就要进行较大浓度范围试验以确定毒性上限和下限,接着通过多个浓度/比率试验得到剂量-效应曲线。然后应用合适的统计学方法获得浓度效应值 EC_x 或者施用率效应值 ER_x (如 EC_{25} 、 ER_{25} 、 EC_{50} 、 ER_{50})等敏感的参数。同时计算出无观察效应浓度(NOEC)和最低可观察效应浓度(LOEC)。

4 受试物信息

受试物信息包括以下内容:

- a) 结构式;
- b) 纯度;
- c) 水中溶解度;
- d) 有机溶剂中的溶解性;
- e) 正辛醇/水分配系数;
- f) 土壤吸附行为;
- g) 蒸气压;
- h) 水和光化学稳定性;
- i) 生物降解性。

5 质量保证与质量控制

要确认结果有效,应符合下述要求:

- a) 种子的发芽率至少达到70%;
- b) 对照组植株没有显示出明显的植物毒性效应(如萎黄病、坏死、萎蔫、茎叶变形),某一特定的植株只表现该种植物正常生长和形态的变化;
- c) 试验期间,对照组植株的平均存活率至少达到90%;
- d) 对于某一特定的植物,环境条件一致,以及生长介质含有相同的土壤基质、支持介质,或者来源相同的基质。

6 参比物

定期测试参比物,用以验证试验的有效性,受试植物的反应,以及试验设施不随着时间的推移而发生显著变化。对照组连续性的生物量和生长的测定可以评价某实验室试验系统的效果,同时也作为实验室内部质量控制的一个措施。

7 试验方法

7.1 天然土壤-人造基质

7.1.1 植物可栽培在有机碳含量为不高于1.5%(相当于有机物含量3%)的砂质壤土、沙壤土或砂质黏壤中。含有不高于1.5%有机碳的商业性土壤或人造基质也可用于试验。如果已知受试物与粘质土有高度的亲和性则不能使用该土壤。田间土壤须过2 mm筛以除去土壤粗大的杂质。报告最后用于试验的土壤其类型和结构、有机碳含量、pH值以及含盐量(以电导率表示)。应根据标准分类方法^[13]对土壤进行分类。土壤应以巴斯德法或热处理法进行灭菌以减少土壤病原体的影响。

7.1.2 天然土壤理化性质及微生物群落的多样性会使试验结果复杂化并增加结果的可变性。理化性质及微生物群落的多样性相应地会改变土壤的持水力、化学吸附能力、透气性、营养及微量元素含量。化学因素,例如pH值和氧化还原电位的变化,都会影响受试物的生物可利用性^[14-16]。因此可使用人造基质。

7.1.3 人造基质通常不用于农药的试验,但可用于一般化学品试验、或者当希望通过降低天然土壤的多样性以增加试验结果的可比性时应用。所用介质应是由惰性物质组成,以将其对受试物、溶剂或者受试物溶剂两者的相互作用降到最低。酸洗过的石英砂、石棉和玻璃珠(如直径0.35 mm~0.85 mm)是公认的惰性载体,这些物质吸附受试物的程度最低^[17],又能最大限度地保证通过根吸收将物质提供给幼苗。蛭石、珍珠岩或者其他吸附性程度高的材料不适宜于用作介质。试验过程中应提供植物生长营养物质以保证植株不会因为营养缺乏而受胁迫,如有可能,可以通过化学分析或对对照植物的观察来评价。

7.2 受试植物物种的选择标准

选择受试植物时考虑到植物之间不同效应而应该尽可能广,要考虑植物类别的多样性、分布、丰度、生物生长周期特征以及自然分布区域^[11,18-22]。因此在选择受试植物时,应考虑下述特性:

- a) 受试植物种子来源要一致,种子要容易得到而且来自可靠的标准种子库,而且种子能产生一致、可靠和均匀的芽,幼苗有一致的生长速度;
- b) 受试植物要适合在实验室条件下进行测试,并在实验室内和不同实验室之间均可获得可靠的、重现性好的测试结果;
- c) 受试植物敏感性应与这种植物在自然环境暴露于相同受试物的反应是一致的;
- d) 受试植物在毒性试验中已有一定程度的应用,例如用于除草剂生物毒性测试、重金属筛查、盐度或矿物质的胁迫试验或植物毒素抑制试验表明其对多种多样的应激源的敏感性;
- e) 受试植物适合测试方法所确定的生长条件;
- f) 受试植物符合试验有效性的要求。

一些历史上最常用的受试物种参见附录A和非作物植物种参见附录B。

7.3 受试物的施用

受试物应在合适的载体中施用(如水、丙酮、乙醇、聚乙二醇、阿拉伯胶)。也可以直接以配制产品和

包含有效成分及各种助剂的制剂进行试验。

受试物是模拟典型的喷雾罐喷洒到植物表面。一般来说,喷洒剂量应在正常农业使用的范围内,并不得让受试物从植物叶面流下来。如果使用了溶剂或载体,应该设置仅含溶剂或载体的对照组。对于制剂,这方面则不需要考虑。受试物是粉剂时,试验方法需进一步改进。

7.4 试验浓度/比率的确认

受试物浓度/比率用合适的分析方法确认浓度/比率。对于水溶性的物质,用经过校准的仪器(例如经过校准有刻度的玻璃仪器,经校检的喷雾仪器)分析计算最高试验浓度来确定系列稀释的试验浓度。对于难溶于水的物质,应提供该物质加入到土壤中的量。如需证明均匀性,应对土壤进行分析。

8 试验程序

8.1 试验设计

8.1.1 种植在盆中的同一种植物从种子到2片~4片真叶期开始试验,这个阶段的时间取决于所选的品种,但对某些物种如洋葱来说是不合适的。因此对于试验阶段的确切描述应记录在试验报告中。每盆种植植物的数量应与植物的种类、盆的大小和试验周期相适应。试验过程中应为植物提供足够的生长空间和统一的生长条件,并避免试验过程中过分拥挤形成叶片相互遮掩。例如,建议每两棵玉米、大豆、番茄、黄瓜或甜菜的间距为15 cm;直径15 cm的盆种植3株油菜和豌豆种子;直径15 cm的盆可种植5株~10株洋葱、小麦或其他较小的种子。需要种子和重复(重复是指盆的重复,对于同一盆内植物不作为重复)的数量应满足统计分析方法的要求^[23]。这样可减少组内误差而使得检测组间差别时变得更容易。值得注意的是,当每盆(重复)使用量少而大种子时相对于可能使用量大的小种子来讲,其变异系数将会更大。通过在每个盆中种植数目相同的种子,其变异系数可能会减少到最低限度。

种子发芽后应该间苗,对于长得体积大的物种每个盆仅种一棵,植株较小的物种每个盆允许种植多棵。每个盆种植一棵还是多棵植物是以试验结束时植株预期长成的大小和避免过于挤迫而定。一个盆尽可能种植一棵植物。

8.1.2 对照组用于证明观察到的效应与暴露于受试物有关或只归究于暴露于受试物。除了处理组暴露于受试物之外,对照组应与处理组条件相同。在一个试验组中,包括空白对照在内的所有试验植株应是同一来源。为了减少误差,应随机放置处理组植物和对照组植物。

8.1.3 避免使用裹有杀虫剂或杀菌剂(如包衣种)的种子。但有些非内吸收的杀菌剂(如卡普坦,福美双)是某些政府法规允许的^[24]。如果种子带有病原菌,应用5%的次氯酸钠溶液进行短时间浸泡,然后用自来水进行充分冲洗后风干。没有经过其他农药处理过的种子可直接使用。

8.2 试验条件

试验条件应模拟植物正常生长所需的环境或典型环境条件(参见附录C所举的例子),应避免植株间拥挤而影响生长,叶子间不应互相遮盖而影响受试物的暴露效果。

植株应在控制良好的环境如人工气候箱、温室中培育。当使用人工气候箱时,应可调控和记录温度、湿度、二氧化碳浓度、光照(强度、波长、光合有效辐射)和光照周期、施水方式等,这些生长环境因素应受控并按一定频率(如每天)记录,通过对照组植物长势来判断植物生长是否良好。温室的温度可通过通风、加热和/或冷却系统进行控制。温室试验一般建议采用以下条件:

- a) 温度:22℃ ± 10℃;
- b) 湿度:70% ± 25%;

- c) 光照周期:最短光照 16 h/d;
- d) 光照强度: $25\ 900\ \text{lx} \pm 3\ 700\ \text{lx}$ [$350\ \mu\text{E}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) \pm 50\ \mu\text{E}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]。除了一些光照要求低的植物外,当光照强度低于 $14\ 800\ \text{lx}$ ($200\ \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)、波长为 $400\ \text{nm} \sim 700\ \text{nm}$ 时宜外加光照。

监测和记录整个试验过程的环境条件。植物应种植在无孔的塑料盆或玻璃盆中,玻璃盆下面带托盘或小圆盘,用于种植的塑料盆或玻璃盆应定期调换位置使生长条件尽量一致。塑料盆或玻璃盆应足够大以满足植物的正常生长不致植株间叶子互相遮盖。

给土壤补充营养以保证植物茁壮生长的需要。可通过对对照组的观察来判断营养物质的添加量和时机。建议从盆底部引水(例如通过玻璃纤维灯芯引水)或在叶子以下部分浇水来补充水分;

特殊的生长环境条件应适合于受试植物及受试物。对照组及处理组应处于相同的环境条件中。然而,应采取适当的措施避免暴露于受试物(例如挥发性物质)在不同的浓度组以及对照组之间交叉污染。

8.3 单一浓度(比率)水平的试验

为了确定合适的受试物浓度(比率)进行单一浓度(比率)的耐受性试验或限度试验,应考虑某些因素。对于大多数的化学物质,这些因素包括物理和化学性质。对于农药,应考虑其理化性质、使用模式、最高使用浓度及频率、每季度使用量和/或其内吸长效性。为了判断该化学物质是否有植物毒性,以最高的近叶暴露浓度(例如 $1\ 000\ \text{mg/L}$)进行试验。

8.4 预试验

在剂量-效应研究中,在某些情况,为了提供关于试验浓度或使用频率的范围进行较大浓度范围(例如 0.1 、 1.0 、 10 、 100 和 $1\ 000$ 单位使用量)的预试验是有必要的。对于农药,其浓度设置应以推荐浓度或最大浓度或使用频率为基础,例如 $1/100$ 、 $1/10$ 、 1 倍的推荐浓度/最大浓度或使用频率。

8.5 多浓度/比率试验

多浓度/比率试验的目的是按监管机构的要求建立剂量-效应关系和通过生物量和/或可观察效应(相对于对照组)确定 EC_x (ER_x) 值。

设置的浓度(比率)数量和间距应能获得可信的剂量效应关系和回归方程从而得到 EC_x 或 ER_x 的估值。所设定的浓度(比率)范围应能涵盖 EC_x 或 ER_x 。例如要得到 EC_{50} ,最好能选择能产生 $20\% \sim 80\%$ 效应的浓度。要达到该目的,建议以几何级数设置至少 5 个试验浓度(比率)及一个空白对照,间距系数不应大于 3。每一处理组和对照组至少设置 4 个重复,受试植物的总数至少 20 株。当使用生长特性变化较大的特定植物要增加平等的数量以增加统计学意义。如果使用更多的处理浓度(比率),可以减少重复的数量。如果需要估算 NOEC 值,需要增加重复的数量以获得预期的统计学意义^[23]。

8.6 观察内容

在观察期间,要经常(至少 1 周 1 次,如可能应每天)观察植株的植物毒性和死亡情况。试验结束时,应记录存活植物生物量的测量结果及植物不同部位受到的明显毒性效应,后者包括幼苗外观异常、矮化、斑驳、死亡率及对植物生长发育的影响。最终的生物量可通过测定存活植物的最终平均干重得到,而最终平均干重由地上部分植株在 $60\ ^\circ\text{C}$ 的条件下干燥至恒重获得。另外,最后的生物量也可通过测定植物鲜重获得。在某些情况下,植株的高度也可以作为一个最终的结果。评价这些可观察的毒性效应应采用统一的评分标准,进行定性和定量分级来评价的示例见参考文献^[11,25]。

9 数据与报告

9.1 数据处理

9.1.1 单一浓度(比率)试验

每种植物的数据应采用合适的统计分析方法进行分析^[23]。报告其受影响水平,或报告所用试验浓度未出现相关效应(例如在 y 浓度或比率下观察的效应 $< x\%$)。

9.1.2 多浓度/比率试验

浓度-剂量关系通过回归方程确立。多种模型可用于计算,如计算死亡率的 EC_x 或 ER_x (例如 EC_{25} 、 ER_{25} 、 EC_{50} 、 ER_{50}) 及其置信限可用以下多种模型计算(如 *logit*、*probit*、*Spearman-Kärber*、*Trimmed Spearman-Kärber* 等)。当把幼苗生长量(重量和高度)作为连续的点,可用合适的回归分析方法(如布鲁斯-斯泰赫非线性回归分析^[26])计算 EC_x 、 ER_x 及其置信限。对于敏感植物品种来说, R^2 应尽可能不低于 0.7,而且所设定的试验浓度(比率)其范围应能涵盖产生 20%~80%效应的浓度(比率)。如果需要确定 NOEC 值,则应根据数据分布选择有效的统计方法^[23,27]。

9.2 结果报告

试验报告应包括以下内容:

a) 受试物:

- 试验物质相关的化学性质资料如:分配系数、水溶解度、蒸气压,如果可能,还应提供环境归趋及行为的相关信息;
- 详细描述试验溶液制备的细节及浓度确认方法。

b) 试验物种:

- 种子来源与育种史(即供应商、发芽率、种子规格、生产批号、生产年份、收获种子的季节)以及活力等;
- 用于试验的单子叶和双子叶植物的数量;
- 物种选择的理由;
- 种子的贮存、处理和方法。

c) 试验条件:

- 试验设施,如人工气候箱、人工气候室、温室;
- 试验系统的描述,如盆的尺寸、盆的材料和装入土壤的量;
- 土壤特征:土壤的结构和类型,如土壤的颗粒大小分布和分类,土壤的物理化学性质,有机物百分比含量、有机碳百分比含量及 pH 值;
- 试验前土壤/基质(如土壤、人工土壤、沙及其他)的准备;
- 如果用培养基,营养培养基的描述;
- 试验物质的投入:施用方法的描述、使用的仪器、暴露比率和施用总量、浓度测定的方法及施用时的环境条件;
- 生长条件:光强度(例如光合有效辐射)、光照周期、最高和最低温度、浇水时间安排和方法、施肥;
- 每盆的种子数量、每个剂量组的植物数量、每个暴露组的重复(盆)数量;
- 对照的类型和数量:阴性对照和阳性对照,如果用了有机溶剂还有溶剂对照;
- 试验开始时植物发育所处的阶段;

——试验周期。

d) 试验结果：

——所有试验重复的终点值、测试浓度、测试比率、测试物种的数据表格；

——与对照相比每一受试植物的受抑制百分比值；

——生物量试验数据：每种植物地上部分的干重或鲜重相对于对照组降低的百分比；

——如果测量了每一受试植物相对于对照组地上部分的高度，计算其百分比；

——如果试验期内种子开花结籽，可测量统计结籽的情况；

——与对照组相比报告每种受试植物观察到的外观损伤并进行定性和定量的描述如茎叶萎黄病，坏死，萎蔫，叶茎变形等任何缺陷效应；

——如果提供可见的损失评价，对可见的损伤分级的准则加以描述；

——对于单浓度的试验，应报告损伤百分率；

—— EC_x 或 ER_x 如 EC_{50} 、 ER_{50} 、 EC_{25} 、 ER_{25} 及其置信度，所采用的回归分析的方法，说明标准差及斜率、截距；

——如可能，提供 NOEC 值及 LOEC 值；

——使用的统计学方法及所用的设定；

——受试植物相关数据及浓度-剂量关系图示。

e) 试验过程中对标准的任何偏离和是否出现异常现象。

附录 A
(资料性附录)
试验所需植物种类

表 A.1 给出了试验所需的植物种类。

表 A.1 试验所需植物种类

亚纲	科	学名	通用名(中文名)
双子叶植物亚纲	伞形科 Apiaceae(Umbelliferae)	<i>Daucus carota</i>	胡萝卜
	菊科 Asteraceae (Compositae)	<i>Helianthus annuus</i>	向日葵
		<i>Lactuca sativa</i>	生菜、莴苣、莴笋
	十字花科 Brassicaceae (Cruciferae)	<i>Sinapis alba</i>	白芥
		<i>Brassica campestris var. chinensis</i>	中国白菜
		<i>Brassica napus</i>	油菜
		<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	甘蓝、结球甘蓝、卷心菜
		<i>Brassica rapa</i>	芜菁
		<i>Lepidium sativum</i>	独行菜
	藜科 Chenopodiaceae	<i>Beta vulgaris</i>	甜菜
	葫芦科 Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativa</i>	黄瓜
	豆科 Fabaceae (Leguminosae)	<i>Glycine max (G. soja)</i>	大豆
		<i>Phaseolus aureus</i>	绿豆
		<i>Phaseolus vulgaris</i>	矮生菜豆、四季豆
		<i>Pisum sativum</i>	豌豆
		<i>Trigonella foenum-graecum</i>	胡卢巴
<i>Lotus corniculatus</i>		百脉根、五叶草、牛角花、乌趾豆	
<i>Trifolium pratense</i>		红三叶	
<i>Vicia sativa</i>		巢菜	
亚麻科 Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i>	亚麻	
蓼科 Polygonaceae	<i>Fagopyrum esculentum</i>	荞麦	
茄科 Solanaceae	<i>Solanum lycopersicon</i>	番茄	
单子叶植物亚纲	百合科 Liliaceae (Amarylladaceae)	<i>Allium cepa</i>	洋葱
	禾本科 (Poaceae (Gramineae))	<i>Avena sativa</i>	燕麦
		<i>Hordeum vulgare</i>	大麦
		<i>Lolium perenne</i>	黑麦草
		<i>Oryza sativa</i>	水稻
		<i>Secale cereale</i>	黑麦
		<i>Sorghum bicolor</i>	高粱
		<i>Triticum aestivum</i>	小麦
<i>Zea mays</i>	玉米		

附录 B
(资料性附录)
非作物植物种

B.1 表 B.1 给出了非作物植物种类。

表 B.1 非作物植物种

科	学名(通用名)	生命周期及生境 ^a	种子质量/mg	萌芽或生长光照期 ^b	种植深度 ^c /mm	发芽时间 ^d /d	特殊处理 ^e	毒理试验
伞形科 窃衣属 Apiaceae	<i>Torilis japonica</i> 日本窃衣属	A,B 活动频繁的地区, 树林,灌丛	1.7~1.9	光=暗	0	5(50%)	低温外包层化处理 种子要成熟 黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后
菊科 Asteraceae	<i>Bellis perennis</i> 雏菊	P 草地,耕地	0.09~ 0.17	光=暗	0	3(50%)	萌芽不应受到辐射	发芽后
	<i>Centaurea cyanus</i> 矢车菊	A 耕地,路边, 开阔的地方	4.1~4.9	光=暗	0~3	14~21 (100%)	无需特殊处理	发芽后
	<i>Centaurea nigra</i> 黑矢车菊	P 耕地,路边, 开阔的地方	2.4~2.6	光=暗	0	3(50%) 4(97%)	种子要成熟 黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后
	<i>Inula helenium</i> 土木香	P 潮湿, 活动频繁的地区	1~1.3		0		无需特殊处理	发芽后
	<i>Leontodon hispidus</i> 大蒲公英	P 田地,路边, 活动频繁的地区	0.85~ 1.2	光=暗	0	4(50%) 7(80%)	黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后
	<i>Rudbeckia hirta</i> 多毛金光菊	B,P 活动 频繁的地区	0.3	光=暗	0	<10 (100%)	无需特殊处理	发芽后
	<i>Solidago Canadensis</i> 加拿大一枝黄花	P 牧场, 开阔的地方	0.06~ 0.08	光=暗	0	14~21	与沙等体积混合 后在 500 ppm 赤霉素浸泡 24 h 无需特殊处理	发芽后
	<i>Xanthium pensylvanicum</i> 苍耳	A 田地,开阔的地方	25~61		0 5		黑暗可能会抑制萌芽 在温水中浸泡 12 h	发芽前及发芽后
	<i>Xanthium spinosum</i> 刺苍耳	A 开阔的地方	200	光=暗 光>暗	10		划开表皮 无需特殊处理	发芽前及发芽后
<i>Xanthium strumarium</i> 苍耳子	A 田地,开阔的地方	67.4	光=暗	10~20		需特殊处理	发芽前及发芽后	

表 B.1 (续)

科	学名(通用名)	生命周期及生境 ^a	种子质量/mg	萌芽或生长光照期 ^b	种植深度 ^c /mm	发芽时间 ^d /d	特殊处理 ^e	毒理 ^f 试验
十字花科 Brassicaceae	<i>Cardamine pratensis</i> 草甸碎米荠	P 田地, 路边, 草地	0.6	光=暗	0	5 (50%) 15 (98%)	黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后
石竹科 Caryophyllaceae	<i>Lychnis flos-cuculi</i> 剪秋罗	P	0.21	光=暗		<14 (100%)	种子要成熟 无需特殊处理	发芽后
藜科 Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> 藜	A 田地边, 活动频繁的地区	0.7~1.5	光=暗	0	2 (50%)	根据种子颜色 进行处理干燥 存贮休眠黑暗 抑制萌芽无 需特殊处理	发芽前及 发芽后
藤黄科 Clusiaceae	<i>Hypericum perforatum</i> 贯叶连翘	P 田地, 耕地, 开阔的地方	0.1~ 0.23	光=暗	0	3 11 (90%)	黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后
旋花科 Convolvulaceae	<i>Ipomoea hederacea</i> 碗仔花	A 路边, 耕地, 开阔地方, 玉米地	28.2	光>暗	10~20	4 (100%)	萌芽不应受到辐 射无需特殊处理	发芽前及 发芽后
莎草科 Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> 香附子	P 耕地, 牧场, 路边	0.2	光=暗 (14)	0 10~20	12 (91%)	黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽前及 发芽后
豆科 Fabaceae	<i>Lotus corniculatus</i> 百脉根、牛角花、 五叶草	P 草地, 路边, 开阔的地方	1~1.67	光=暗		1 (50%)	划开表皮萌 芽不应受到辐 射无需特殊处理	发芽后
	<i>Senna obtusifolia</i> 决明子	A 潮湿的树林	23~28	光=暗 光>暗	10~20		在水中浸泡 24 h 划开表皮根据种 子颜色进行处理 无需特殊处理	发芽后
	<i>Sesbania exaltata</i> 大麻	A 冲积土	11~13	光>暗	10~20		在水中浸泡 24 h 萌芽不应受到辐 射无需特殊处理	发芽前及 发芽后
	<i>Trifolium pretense</i> 红车轴草	P 耕地, 路边	1.4~1.7	光=暗		1 (50%)	划开表皮种子 要成熟萌芽不 应受到辐射无 需特殊处理	发芽后

表 B.1 (续)

科	学名(通用名)	生命周期及生境 ^a	种子质量/mg	萌芽或生长光照期 ^b	种植深度 ^c /mm	发芽时间 ^d /d	特殊处理 ^e	毒理试验
唇形科 Lamiaceae	<i>Leonurus cardiaca</i> 益母草	P 开阔的地方	0.75~1.0	光=暗	0		无需特殊处理	发芽后
	<i>Mentha spicata</i> 留兰香	P 潮湿地方	2.21		0		无需特殊处理	发芽后
	<i>Nepeta cataria</i> 荆芥	P 活动频繁地区	0.54	光=暗	0		无需特殊处理	发芽后
	<i>Prunella vulgaris</i> 夏枯草	P 耕地,草地, 活动频繁的地区	0.58~1.2	光=暗	0	5 (50%) 7 (91%)	黑暗抑制萌芽 选取大的种子发芽 无需特殊处理	发芽后
	<i>Stachys officinalis</i> 水苏	P 草地,耕地	14~18	光=暗		7 (50%)	无需特殊处理	发芽后
锦葵科 Malvaceae	<i>Abutilon theophrasti</i> 苘麻	A 耕地,开阔的地方	8.8	光=暗	10~20	4 (84%)	划开表皮 无需特殊处理	发芽前及发芽后
	<i>Sida spinosa</i> 刺金午时花	A 耕地,路边	3.8	光=暗	10~20		划开表皮 萌芽不应受到辐射 无需特殊处理	发芽前及发芽后
罂粟科 Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> 虞美人	A 耕地, 活动频繁的地区	0.1~0.3	光=暗	0	4 (50%)	低温外包层化与 划开表皮无需 特殊处理	发芽后
禾本科 Poaceae	<i>Agrostis tenuis</i> 细弱剪股颖	A 草地,牧场	0.07	光>暗	20	10 (62%)	黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后
	<i>Alopecurus myosuroides</i> 大穗看麦娘	A 耕地, 开阔的地方	0.9~1.6	光=暗	2	<24 (30%)	划开表皮用 101 mg/L 的 KOH 处理黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽前及发芽后
	<i>Avena fatua</i> 燕麦草	A 耕地, 开阔的地方	7~37.5	光=暗 光>暗	10~20	3 (70%)	划开表皮 黑暗抑制萌芽 低温外包层化 无需特殊处理	发芽前及发芽后
	<i>Bromus tectorum</i> 旱雀麦	A 耕地,路边	0.45~2.28	光=暗	3		选成熟种子 光照抑制萌芽 无需特殊处理	发芽前及发芽后

表 B.1 (续)

科	学名(通用名)	生命周期及生境 ^a	种子质量/mg	萌芽或生长光照期 ^b	种植深度 ^c /mm	发芽时间 ^d /d	特殊处理 ^e	毒理 ^f 试验
禾本科 Poaceae	<i>Cynosurus cristatus</i> 洋狗尾草	P 耕地, 开阔的地方	0.5~0.7	光=暗	0	3 (50%)	萌芽不应受到辐射 无需特殊处理	发芽后
	<i>Digitaria sanguinalis</i> 马唐 抓地龙, 鸡窝草	A 耕地,泥碳地, 开阔的地方	0.52~ 0.6	光=暗	10~20	7 (75%) 14 (94%)	划开表皮、低温外包层化种子成熟 101 mg/L 的 KOH 处理黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽前及发芽后
	<i>Echinochloa crusgalli</i> 稗草、稗子	A	1.5	光=暗 光>暗	10~20		划开表皮 萌芽不应受到辐射 无需特殊处理	发芽前及发芽后
	<i>Elymus Canadensis</i> 加拿大披碱草	P 河边, 活动频繁的地区	4~5	光=暗	1	14~28	无需特殊处理	发芽后
	<i>Festuca pratensis</i> 草甸羊茅	P 耕地, 潮湿的地方	1.53~ 2.2	光=暗 光>暗	20	9 (74%) 2 (50%)	无需特殊处理	发芽后
	<i>Hordeum pusillum</i> 小大麦	A 牧场,路边, 开阔的地方	3.28				温暖外包层化处理萌芽不应受到辐射	发芽前
	<i>Phleum pretense</i> 猫尾草	P 牧场,路边, 开阔的地方	0.45	光>暗	0~10	2 (74%) 8 (50%)	黑暗抑制萌芽 萌芽不应受到辐射 无需特殊处理	发芽后
蓼科 Poaceae	<i>Polygonum convolvulus</i> 荞麦蔓、卷茎蓼、 野荞麦秧	A 开阔的地方,路边	5~8	光=暗	0~2		低温外包层化 4~8 周萌芽不应受到辐射	发芽前及发芽后
	<i>Polygonum lapathifolium</i> 酸模叶蓼	A 潮湿的地方	1.8~2.5	光>暗		5(94%)	萌芽不应受到辐射,黑暗抑制萌芽 低温外包层化无需特殊处理	发芽前及发芽后
	<i>Polygonum pennsylvanicum</i> 宾夕法尼亚蓼	A 耕地,开阔的地方	3.6~7		2		0~5℃低温外包层化 4 周黑暗抑制萌芽	发芽前
	<i>Polygonum periscaria</i> 荨麻	A 活动频繁的地区, 耕地	3.1~2.3	光>暗	0	<14 2 (50%)	划开表皮、低温外包层化 赤霉素处理低温外包层化, 种子成熟黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后

表 B.1 (续)

科	学名(通用名)	生命周期及生境 ^a	种子质量/mg	萌芽或生长光照期 ^b	种植深度 ^c /mm	发芽时间 ^d /d	特殊处理 ^e	毒理 ^f 试验
蓼科 Poaceae	<i>Rumex crispus</i> 皱叶酸模, 羊蹄叶	P 耕地,路边, 开阔的地方	1.3~1.5	光=暗	0	3(50%) 6(100%)	黑暗抑制萌芽 种子成熟 无需特殊处理	发芽后
报春花科 Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> 琉璃繁缕,海绿, 四念瘿、龙吐珠、 九龙吐珠	A 耕地,开阔的 地方,活动频繁 的地区	0.4~0.5	光=暗		1(50%)	低温外包层化赤 霉素处理萌芽光 照无需特殊处理	发芽后
毛茛科 Ranunculaceae	<i>Ranunculus acris</i> 毛茛,茅茛	P 耕地,路边, 开阔的地方	1.5~2	光=暗	1	41~56	无需特殊处理	发芽后
蔷薇科 Rosaceae	<i>Geum urbanum</i> 菩提香	P 植物篱, 潮湿的地方	0.8~1.5	光=暗	0	5(50%) 16(79%)	黑暗抑制萌芽温 外包层化,赤霉 素处理无需特殊 处理	发芽后
茜草科 Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> 拉拉藤	A 耕地,潮湿的 地方,活动频繁 的地区	7~9	光=暗		5(50%) 6(100%)	低温外包层化处 理萌芽不应受到 辐射光照抑制萌 芽无需特殊处	发芽前及 发芽后
	<i>Galium mollugo</i> 粟猪殃殃	P 植物篱,开阔 的地方	7	光=暗	2		无需特殊处理	发芽后
玄参科 Scrophulariaceae	<i>Digitalis purpurea</i> 毛地黄	B,P 植物篱, 开阔的地方	0.1~0.6	光=暗	0	6(50%) 8(99%)	黑暗抑制萌芽 无需特殊处理	发芽后
	<i>Veronica persica</i> 波斯婆婆纳	A 耕地,潮湿的 地方,活动频繁 的地区	0.5~0.6	光=暗	0	3 5(96%)	黑暗抑制萌芽 低温外包层化处 理无需特殊 处理	发芽前及 发芽后

注:表中给出的52种非作物植物种子信息,在括号中给出每个条目的信息。给出的出苗率只是已出版文献给出的一个参考。具体的信息与物种来源及其他因素不同有差异。

^a A=一年生植物,B=二年生植物,P=多年生植物。

^b 参考11,14和33是指光暗时间比,参考3,6,9,10,13,20指温室生长条件。

^c 0 mm指播种在土壤表面或需光照发芽。

^d 所列数据反映第几天发芽率多少;例如第3天发芽50%。

^e 种子成熟过程 and 外包层化处理方面的信息通常不会提供,除非需要冷处理的要求,但温度条件没特别指定,因为温室试验中温度条件的控制是有限的。所以大多数种子能在温室的波动温度范围内可发芽。

^f 指明种子发芽前或发芽后包括除草剂的植物毒性试验。

B.2 参考文献

- [1] Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 1998. *Seeds*. Academic Press, Toronto
- [2] Blackburn, L. G. & Boutin, C. 2003. Subtle effects of herbicide use in the context of genetically modified crops: a case study with glyphosate (Round-Up®). *Ecotoxicology*, 12: 271-285
- [3] Boutin, C., Lee, H-B., Peart, T., Batchelor, P. S., & Maguire, R. J. 2000. Effects of the sulfonylurea herbicide metsulfuron methyl on growth and reproduction of five wetland and terrestrial plant species. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 19(10): 2532-2541
- [4] Boutin, C., Elmegaard, N., & Kjaer, C. 2004. Toxicity testing of fifteen non-crop plant species with six herbicides in a greenhouse experiment: implications for risk assessment. *Ecotoxicology*, 13: 349-369
- [5] Breeze, V., Thomas, G., & Butler, R. 1992. Use of a model and toxicity data to predict the risks to some wild plant species from drift of four herbicides. *Annals of Applied Biology*, 121: 669-677
- [6] Brown, R. A., & Farmer, D. 1991. Track-sprayer and glasshouse techniques for terrestrial plant bioassays with pesticides. In: *Plants for toxicity assessment: 2nd volume. ASTM STP 1115*, J. W. Gorsuch, W. R. Lower, W. Wang, & M. A. Lewis, eds. American Society for Testing & Materials, Philadelphia. 197-208
- [7] Buhler, D. D. & Hoffman, M. L. 1999. *Anderson's guide to practical methods of propagating weeds and other plants*. Weed Science Society of America, Lawrence, K
- [8] Clapham, A. R., Tutin, T. G., & Warburg, E. F. 1981. *Excursion flora of the British Isles*, 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge
- [9] Clay, P. A. & Griffin, J. L. 2000. Weed seed production and seedling emergence response to late season glyphosate applications. *Weed Science*, 48: 481-486
- [10] Cole, J. F. H. & Canning, L. 1993. Rationale for the choice of species in the regulatory testing of the effects of pesticides on terrestrial non-target plants. *BCPC-Weeds*. 151-156
- [11] Fiely, M. (Ernst Conservation Seeds). 2004. Personal communication. (<http://www.ernstseed.com>)
- [12] Fletcher, J. S., Johnson, F. L., & McFarlane, J. C. 1990. Influence of greenhouse versus field testing and taxonomic differences on plant sensitivity to chemical treatment. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 9: 769-776
- [13] Fletcher, J. S., Pfleeger, T. G., Ratsch, H. C., & Hayes, R. 1996. Potential impact of low levels of chlorsulfuron and other herbicides on growth and yield of nontarget plants. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 15(7): 1189-1196
- [14] Flynn, S., Turner, R. M., and Dickie, J. B. 2004. Seed Information Database (release 6.0, Oct 2004) Royal Botanic Gardens, Kew (<http://www.rbghkew.org.uk/data/sid>)
- [15] Franzaring, J., Kempenaar, C., & van der Eerden, L. J. M. 2001. Effects of vapours of chlorpropham and ethofumesate on wild plant species. *Environmental Pollution*, 114: 21-28
- [16] Gleason, H. A. & Cronquist, A. 1991. *Manual of vascular plants of north-eastern United States and adjacent Canada*, 2nd ed. New York Botanical Garden, Bronx, NY
- [17] Grime, J. P. 1981. The role of seed dormancy in vegetation dynamics. *Annals of Applied Biology*, 98: 555-558
- [18] Grime, J. P., Mason, G., Curtis, A. V., Rodman, J., Band, S. R., Mowforth, M. A. G., Neal, A. M., & Shaw, S. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora.

Journal of Ecology, 69:1017-1059

- [19] Grime, J. P., Hodgson, J. G., & Hunt, R. 1988. Comparative plant ecology: a functional approach to common British species. Unwin Hyman Ltd., London
- [20] Kjaer, C. 1994. Sublethal effects of chlorsulfuron on black bindweed (*Polygonum convolvulus* L.). *Weed Research*, 34:453-459
- [21] Klingaman, T. E., King, C. A., & Oliver, L. R. 1992. Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on imazethapyr activity. *Weed Science*, 40:227-232
- [22] Marrs, R. H., Williams, C. T., Frost, A. J., & Plant, R. A. 1989. Assessment of the effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Environmental Pollution*, 59:71-86
- [23] Marrs, R. H., Frost, A. J., & Plant, R. A. 1991. Effects of herbicide spray drift on selected species of nature conservation interest: the effects of plant age and surrounding vegetation structure. *Environmental Pollution*, 69:223-235
- [24] Marrs, R. H., Frost, A. J., & Plant, R. A. 1991. Effects of mecoprop drift on some plant species of conservation interest when grown in standardized mixtures in microcosms. *Environmental Pollution*, 73:25-42
- [25] Marrs, R. H., Frost, A. J., Plant, R. A., & Lunnis, P. 1993. Determination of buffer zones to protect seedlings of non-target plants from the effects of glyphosate spray drift. *Agriculture, Ecosystems, & Environment*, 45:283-293
- [26] Marrs, R. H. & Frost, A. J. 1997. A microcosm approach to detection of the effects of herbicide spray drift in plant communities. *Journal of Environmental Management*, 50:369-388
- [27] Marshall, E. J. P. & Bernie, J. E. 1985. Herbicide effects on field margin flora. *BCPC-Weeds*. pp. 1021-1028
- [28] McKelvey, R. A., Wright, J. P., & Honegger, J. L. 2002. A comparison of crop and non-crop plants as sensitive species for regulatory testing. *Pest Management Science*, 58:1161-1174
- [29] Morton, S. (Herbiseed). 2004. Personal communication. (<http://www.herbiseed.com>)
- [30] USDA, NRCS. 2004. The Plants Database, version 3. 5. (<http://plants.usda.gov>). National Plant Data Centre, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA
- [31] USEPA. 1999. One-Liner Database. [U. S. E. P. A. /Office of Pesticide Programs/Environmental Fate and Effects Division/Environmental Epidemiology Branch]
- [32] Webster, R. H. 1979. Technical Report No. 56: Growing weeds from seeds and other propagules for experimental purposes. Agricultural Research Council Weed Research Organization, Oxford
- [33] White, A. L. & Boutin, C. (National Wildlife Research Centre, Environment Canada). 2004. Personal communication
- [34] Zwerger, P. & Pestemer, W. 2000. Testing the phytotoxic effects of herbicides on higher terrestrial non-target plants using a plant life-cycle test. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.*, 17: 711-718

附录 C

(资料性附录)

某些作物合适的生长条件示例

C.1 生长条件

下面为 10 种作物合适的生长条件,同时也可用于指导在培养箱对其他受试植物进行试验:

- a) 二氧化碳浓度: $688 \text{ mg/m}^3 \pm 98 \text{ mg/m}^3$ (标准大气压下);
- b) 相对湿度: 在光照期间为 $70\% \pm 5\%$ 和在黑暗期间为 $90\% \pm 5\%$;
- c) 温度: 白天 $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$, 晚上 $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$;
- d) 光照周期: 16 h 光/8 h 黑暗, 平均光照波长 $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$;
- e) 光强: 在顶部测定光强 $25\,900 \text{ lx} \pm 3\,700 \text{ lx}$ ($350 \text{ } \mu\text{E}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}) \pm 50 \text{ } \mu\text{E}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)。

C.2 作物

作物如下:

- a) 土豆 (*Solanum lycopersicon*);
- b) 黄瓜 (*Cucumis sativus*);
- c) 莴苣 (*Lactuca sativa*);
- d) 大豆 (*Glycine max*);
- e) 甘蓝 (*Brassica oleracea var. capitata*);
- f) 胡萝卜 (*Daucus carota*);
- g) 燕麦 (*Avena sativa*);
- h) 黑麦草 (*Lolium perenne*);
- i) 玉米 (*Zea mays*);
- j) 洋葱 (*Allium cepa*)。

参 考 文 献

- [1] OECD Guidelines for the Testing of Chemicals (1984). 208; Terrestrial Plants, Growth Test, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
- [2] OECD Guideline for the Testing of Chemicals (2006). 208; Terrestrial Plant Test; Seedling emergence and Seedling Growth Test. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
- [3] International Organisation of Standards (1993). ISO 11269-1. Soil Quality Determination of the Effects of Pollutants on Soil Flora-Part1; Method for the Measurement of Inhibition of Root Growth
- [4] International Organisation of Standards (1995). ISO 11269-2. Soil Quality-Determination of the Effects of Pollutants on Soil Flora-Part2; Effects of Chemicals on the Emergence and Growth of Higher Plants
- [5] American Standard for Testing Material (ASTM). (2002). E 1663-98. Standard Guide for Conducting Terrestrial Plant Toxicity Tests
- [6] U. S. EPA (1982). FIFRA, 40CFR, Part 158. 540. Subdivision J, Parts 122-1 and 123-1
- [7] US EPA (1996). OPPTS Harmonized Test Guidelines, Series 850. Ecological Effects Test Guidelines, - 850. 4000; Background-Non-target Plant Testing; -850. 4025; Target Area Phytotoxicity; -850. 4100; Terrestrial Plant Toxicity, Tier I (Seedling Emergence); -850. 4200; Seed Germination/Root Elongation Toxicity Test; - 850. 4225; Seedling Emergence, Tier II; -850. 4230; Early Seedling Growth Toxicity Test
- [8] AFNOR, X31-201. (1982). Essai d'inhibition de la germination de semences par une substance. AFNOR X31-203/ISO 11269-1. (1993) Determination des effets des polluants sur la flore du sol; Méthode de mesurage de l'inhibition de la croissance des racines
- [9] Boutin, C., Freemark, K. E. and Keddy, C. J. (1993). Proposed guidelines for registration of chemical pesticides; Non-target plant testing and evaluation. Technical Report Series No. 145. Canadian Wildlife Service (Headquarters), Environment Canada, Hull, Québec, Canada
- [10] Forster, R., Heimbach, U., Kula, C., and Zwerger, P. (1997). Effects of Plant Protection Products on Non-Target Organisms - A contribution to the Discussion of Risk Assessment and Risk Mitigation for Terrestrial Non-Target Organisms (Flora and Fauna). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. No 48
- [11] Hale, B., Hall, J. C., Solomon, K., and Stephenson, G. (1994). A Critical Review of the Proposed Guidelines for Registration of Chemical Pesticides; Non-Target Plant Testing and Evaluation, Centre for Toxicology, University of Guelph, Ontario Canada
- [12] Hamill, P. B., Marriage, P. B. and G. Friesen. (1977). A method for assessing herbicide performance in small plot experiments. Weed Science 25; 386-389. & Weed Science, 33, Suppl. 1. (1985)
- [13] Soil Texture Classification (US and FAO systems); Weed Science, 33, Suppl. 1 (1985) and Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 26:305 (1962)
- [14] Audus, L. J. (1964). Herbicide behaviour in the soil. In: Audus, L. J. ed
- [15] Beall, M. L., Jr. and Nash, R. G. (1969). Crop seedling uptake of DDT, dieldrin, endrin, and heptachlor from soil, J. Agro. 61; 571-575
- [16] Beetsman, G. D., Kenney, D. R. and Chesters, G. (1969). Dieldrin uptake by corn as

affected by soil properties, *J. Agro.* 61:247-250

[17] U. S. Food and Drug Administration (FDA). (1987). Environmental Assessment Technical Handbook. Environmental Assessment Technical Assistance Document 4.07, Seedling Growth, 14 pp., FDA, Washington, DC

[18] McKelvey, R. A., Wright, J. P., Honegger, J. L. and Warren, L. W. (2002). A Comparison of Crop and Non-crop Plants as Sensitive Indicator Species for Regulatory Testing. *Pest Management Science* vol. 58, 1161-1174

[19] Boutin, C.; Elmegaard, N. and Kj. r, C. (2004). Toxicity testing of fifteen non-crop plant species with six herbicides in a greenhouse experiment; Implications for risk assessment. *Ecotoxicology* vol. 13(4); 349-369

[20] Boutin, C., and Rogers, C. A. (2000). Patterns of sensitivity of plant species to various herbicides-An analysis with two databases. *Ecotoxicology* vol. 9(4); 255-271

[21] Boutin, C. and Harper, J. L. (1991). A comparative study of the population dynamics of five species of *Veronica* in natural habitats. *J. Ecol.* 9; 155-271

[22] Boutin, C., Lee, H. -B., Peart, T. E., Batchelor, S. P. and Maguire, R. J.. (2000). Effects of the sulfonylurea herbicide metsulfuron methyl on growth and reproduction of five wetland and terrestrial plant species. *Envir. Toxicol. Chem.* 19 (10); 2532-2541

[23] OECD Series on Testing and Assessment. (2005 draft). Current Approaches in the Statistical Analysis of Ecotoxicity Data; A Guidance to Application, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris

[24] Hatzios, K. K. and Penner, D. (1985). Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. *Rev. Weed Sci.* 1; 1-63

[25] Frans, R. E. and Talbert, R. E. (1992). Design of field experiments and the measurement and analysis of plant response. In: B. Truelove (Ed.) *Research Methods in Weed Science*, 2nd ed. Southern weed Science Society, Auburn, 15-23

[26] Bruce, R. D. and Versteeg, D. J. (1992). A Statistical Procedure for Modelling Continuous Toxicity Data. *Environmental Toxicology and Chemistry* 11, 1485-1492

[27] OECD Guidelines for the Testing of Chemicals (2004). 222; Earthworm Reproduction Test (*Eisenia fetida*/*Eisenia andrei*), Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris